

**PRV**PATENT- OCH REGISTRERINGSVERKET  
Patentavdelningen

REC'D 11 OCT 2004

WHP

**Intyg  
Certificate**

Härmed intygas att bifogade kopior överensstämmer med de handlingar som ursprungligen ingivits till Patent- och registreringsverket i nedannämnda ansökan.

This is to certify that the annexed is a true copy of the documents as originally filed with the Patent- and Registration Office in connection with the following patent application.



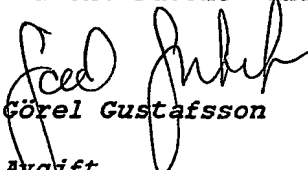
(71) Sökande                      Gas Turbine Efficiency AB, Järfälla SE  
Applicant (s)

(21) Patentansökningsnummer    0302550-9  
Patent application number

(86) Ingivningsdatum              2003-09-25  
Date of filing

Stockholm, 2004-09-28

För Patent- och registreringsverket  
For the Patent- and Registration Office

  
Görel Gustafsson

Avgift  
Fee

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

**PATENT- OCH  
REGISTRERINGSVERKET  
SWEDEN**

Postadress/Adress  
Box 5055  
S-102 42 STOCKHOLM

Telefon/Phone  
+46 8 782 25 00  
Vx 08-782 25 00

Telex  
17978  
PATOREG S

Telefax  
+46 8 666 02 86  
08-666 02 86

**BEST AVAILABLE COPY**

4291080

Ink. i Patent- och reg.verket.

1

2003 -09- 2 5

Huvudfaxen Kassar

**MUNSTYCKE FÖR RENGÖRING AV GASTURBINKOMPRESSORER**Tekniskt område

- Föreliggande uppfinning hänför sig allmänt till rengöring av
- 5 gasturbinenheter och i synnerhet till ett munstycke för rengöring av en gasturbinenhet under drift. Uppfinningen hänför sig vidare till ett förfarande för att rengöra en gasturbinenhet under drift.

Beskrivning av känd teknik

- 10 Uppfinningen hänför sig sålunda allmänt till tvättning av gasturbiner utrustade med axialkompressorer eller radialkompressorer. Gasturbiner innefattar en kompressor för att komprimera luft, en brännkammare för att förbränna bränsle tillsammans med den komprimerade luften och en turbin för att driva kompressorn.
- 15 Kompressorn innefattar i sin tur en eller en mångfald av kompressionssteg, varav ett kompressionssteg består av en rotorskiva med skovelblad och efterföljande statorskiva med ledskenor.

- Gasturbiner konsumerar vid drift stora kvantiteter luft. Luften
- 20 innehåller föroreningar i form av små partiklar, så kallade aerosoler, som sugas in i gasturbinens kompressor med luftströmmen. En majoritet av dessa partiklar följer luftströmmen och lämnar gasturbinen genom avgaserna. Det finns emellertid partiklar med egenskapen att fastna på komponenter i gasturbinens luftkanaler.
- 25 Dessa partiklar bygger upp en beläggning på komponenterna, varvid komponenternas aerodynamiska egenskaper försämras. Beläggningen förorsakar, i likhet med en stegring av ytans råhet, en förändring i gränsskiktsströmningen utmed ytan. Beläggningen, d.v.s. ökningen av ytans råhet, resulterar i tryckstegringsförluster
- 30 samt en reduktion av den luftmängd som kompressorn komprimerar. För gasturbinen som helhet innebär det en verkningsgradsförsämring, ett reducerat massflöde samt ett

Ink. t. Patent- och reg.verket

2003 -09- 2 5

Huvudfoxen Kossan

reducerat tryckförhållande. För att reducera nedsmutsningen är moderna gasturbiner utrustade med filter för filtrering av luften till kompressorn. Dessa filter kan bara fånga en del av partiklarna. För att upprätthålla en ekonomisk drift av gasturbinen visar det sig  
5 därför nödvändigt att regelbundet rengöra kompressorkomponenternas yta så att de goda aerodynamiska egenskaperna kan vidmakthållas.

Olika metoder att rengöra gasturbinkompressorer är förut kända. Att  
10 injicera krossade nötskal i luftströmmen till kompressorn har visat sig praktiskt användbart. Nackdelen med denna teknik är att nötskalsmaterial kan finna väg in i gasturbinens interna luftsystem med igensättning av kanaler och ventiler som följd. En annan metod för rengöring baseras på att vata kompressorkomponenterna med en  
15 tvättvätska. Vätskan injiceras genom munstycken som skapar en spray av tvättvätskan in i luftintaget till kompressorn.

Stationära gasturbiner är av varierande storlek. De på marknaden förekommande största gasturbinerna har en  
20 kompressorrotordiameter överstigande två meter. Luftkanalen som leder fram till kompressorinloppet får därmed också stora geometrier. För en gasturbin med en två meter rotordiameter kan avståndet till den motstående kanalväggen i luftkanalen vara mer än en meter. Då dessa stora geometrier råder uppstår svårigheter att injicera  
25 tvättvätska in i den centrala delen av luftkanalen. Följer tvättvätskan den centrala delen av luftströmmen kommer rotorbladens och ledskenornas ytor väsentligen att blötläggas varvid en god tvätteffekt uppnås. Om tvättvätskan istället följer luftströmmen nära kanalväggen kommer tvättvätskan på ett otillräckligt sätt blötlägga  
30 rotorblad och ledskenor. Vidare kommer en del av tvättvätskan att fångas av gränsskiktsströmningen invid kanalväggen varvid vätska bildar där en vätskefilm som transporteras in i kompressorn av

Ink. t. Patent- och reg.verket

2003-09-25

Huvudföreläsningen

luftströmmen. Denna tvättvätska deltar inte i rengöringsprocessen och kan rent av orsaka skada om t.ex. vätskan fyller gapet mellan rotorbladspets och hölje.

- 5 I motsats till stora gasturbiner med stora geometrier finns mindre gasturbiner med måttliga dimensioner på luftkanalen. För mindre gasturbiner kan sprayen lättare penetrera in i luftströmmens kärna. Från verkliga installationer av tvättsystem har man observerat att spray från konventionella munstycken penetrerar luftströmmen
- 10 några 10-tal centimetrar. För de flesta mindre och medelstora gasturbiner är detta tillräckligt för att rotorblad och ledskenor skall blötläggas tillfredställande. Ett problem är dock att konventionella munstycken inte är kapabla penetrera luftströmmen till gasturbiner med stora geometrier.
- 15 En föredragen form för rengöring baseras på att vata kompressorkomponenterna med en tvättvätska. Vätskan injiceras genom ett munstycke som skapar en spray av tvättvätskan in i luftintaget till kompressorn. Tvättvätskan kan bestå av vatten eller
- 20 vatten blandat med kemikalier. Under tiden som tvättvätskan injiceras roterar gasturbinens rotor med hjälp av gasturbinens startmotor. Denna metod kallas för "crank washing" eller "off-line washing" och utmärkes av att gasturbinen inte förbränner bränsle under rengöringen. Sprayen framtvingas genom att rengöringsvätska
- 25 pumpas genom munstycken som finfördelar vätskan. Munstyckena är installerade på luftkanalens väggar uppströms kompressorns inlopp eller installerade på en ram som temporärt placeras i insugskanalen.
- 30 Metoden innebär att kompressorkomponenterna blir dränkta med rengöringsvätska och smutspartiklarna frigöres genom kemiska effekter av vätskan tillsammans med mekaniska krafter, som härrör

4291080

Ink. t. Patent- och reg.verket

4

2003 -09- 2 5

Huvudfaxen Kassar

från rotorns rotation. Metoden anses vara effektiv och nyttig.

Rotorhastigheten vid crank washing är en bråkdel av hastigheten vid normal drift av gasturbinen. En viktig egenskap med crank washing är att rotorn roterar vid låg hastighet, varvid det föreligger liten risk  
5 för mekaniska skador. Vid utnyttjande av denna metod måste man alltså ta gasturbinenheten ur drift som bl.a. medför produktionsbortfall och stora kostnader.

- En från US-A-5011540 känd metod är baserad på att  
10 kompressorkomponenterna våtes med rengöringsvätska medan gasturbinen är i drift. Metoden kallas för "on-line washing" och kännetecknas av att bränsle förbränns i gasturbinenhetens brännkammare. Metoden har gemensamt med crank washing att en tvättvätska injiceras uppströms kompressorn. Denna metod är inte  
15 lika effektiv som crank washing. Den lägre effektiviteten är en följd av att sämre rengöringsmekanismer råder vid höga rotorhastigheter och höga lufthastigheter då gasturbinen är i drift. T.ex. bör en noga avvägd mängd tvättvätska injiceras eftersom en för stor mängd tvättvätska kan orsaka mekaniska skador på kompressorn och en för  
20 liten mängd tvättvätska leder till dålig blötläggning av kompressorkomponenterna. Vidare måste dropparna vara små då en för stor droppmassa kan orsaka erosionsskador vid kollisionen med rotor och statorblad.

- 25 En gasturbinkompressor är konstruerad för att komprimera den inkommande luften. I rotorn omvandlas rotoenergi till kinetisk energi av rotorbladet. I den efterföljande statorledskenan omvandlas den kinetiska energin till en tryckstegring genom hastighetsminskning. För att kompressionsförfarandet skall fungera  
30 krävs höga hastigheter. T.ex. är det vanligt hos moderna gasturbiner att rotorns bladspets uppnår överljudshastighet. Det innebär också

Ink. t. Patent- och reg.verket

2003 -09- 2 5

Huvudfaxen Kassan

att den axiella lufthastigheten i kompressorns inlopp är mycket hög, typiskt 0.3 – 0.6 Mach eller 100 – 200 m/s.

- Enligt känd teknik pumpas tvättvätska under högt tryck i en ledning till ett munstycke monterat på kanalväggen uppströms kompressorinloppet. I munstycket får vätskan en hög hastighet varvid atomisering sker och en spray av droppar bildas. Sprayen fångas upp av luftströmmen och vätskedropparna transporteras med luftströmmen in i kompressorinloppet. Genom val av utformning av munstycket kan stora eller små droppar bildas. Alternativt kan ett munstycke konstruerat för små droppar väljas. Med små droppar menas i detta avseende droppar med en diameter mindre än 150 µm. Nackdelen med små droppar är att de har en liten massa och får därmed en liten rörelseenergi. Dropparna bromsas lätt av luftmotståndet i och räckvidden begränsas. Alternativt kan ett munstycke konstruerat för stora droppar väljas. Med stora droppar avses här droppar med en diameter större än 150µm. Stora droppar har fördelen av en hög rörelseenergi. Förhållandet mellan droppens storlek och dess massa är att massan proportionell med dess radie<sup>3</sup>. Till exempel, en 200 µm droppe är dubbelt så stor som en 100 µm droppe men har 8 gånger dess massa. Genom den stora massan uppkommer en längre räckvidd jämfört med den lättare droppen. Nackdelen med stora droppar är att då dropparna följer med luftströmmen och uppnås också höga hastigheter under transporten fram till kompressorn. I kollisionssögonblicket med bladytan överförs stora energier varvid skador på bladytan kan uppkomma. Skadorna uppträder som erosionsskador.

- För att uppnå en god rengöringseffekt måste sprayen tränga in i luftströmmens kärna. En speciell svårighet med on-line washing metoden, t.ex. den som visas i US-A-5011540, är just att få tvättvätskan in i den centrala delen i luftkanalen. I luftkanalen råder

Ink. t. Patent- och reg.verket

2003 -09- 2 5

Huvudfaxen Kassen

under drift såsom nämnts ovan mycket höga lufthastigheter som gärna sliter tvättvätskan med sig innan den hunnit penetrera in till den centrala delen av luftströmmen. Därmed måste dropparna vara små för att man skall undvika erosionsskador. Emellertid uppvisar

5 små droppar en allvarlig nackdel i detta sammanhang. Små droppar har en liten rörelseenergi p.g.a. den ringa massan och bromsas snabbt då atomiseringen fullbordats. I motsats till detta uppvisar stora droppar en mycket god förmåga att bibehålla initialhastigheten över en lång sträcka. En spray bestående av små droppar har därför

10 svårt att penetrera in i luftströmmens kärna. Detta problem är speciellt påtagligt för stora gasturbiner med stora kanalgeometrier där avståndet från munstycket till luftkanalens centrala del är stort.

Sammanfattningsvis är således rengöring av gasturbinenheter, i

15 synnerhet under drift, förknippade med en mängd problem.

#### Sammanfattning av uppfinningen

Ett syftet med föreliggande uppfinning är således att tillhandahålla ett munstycke och ett förfarande för att rengöra en gasturbinenhet på

20 ett effektivt och skonsamt sätt under drift.

Detta och andra syften uppnås enligt föreliggande uppfinning genom ett munstycke och ett förfarande som har de i de oberoende patentkraven definierade särdragen. Föredragna utföringsformer

25 definieras i de beroende kraven.

För tydlighetsskull avser termerna "vinkel mot axelcentrum" eller "vinkel mot centrumaxeln" en vinkel mellan riktningen för en vätskestråle från en dysa och ett referensplan parallellt med en

30 centrumaxel genom munstyckeskroppen.

Enligt en första aspekt av föreliggande uppfinning, tillhandahålles ett munstycke för att rengöra en gasturbinenhet. Munstycket är

Ink. t. Patent- och reg.verket

2003-09-25

Huvudföreläsningen

anordnat att atomisera en rengöringsvätska i luftströmmen i ett luftintag till nämnda gasturbinenhet och innefattar en munstyckeskropp som i sin tur innefattar en inloppsände för intag av nämnda rengöringsvätska och en utloppsände för utsläpp av nämnda rengöringsvätska. Munstycket innefattar vidare ett flertal dysor som är anslutna till utloppsändan och att respektive dysa är anordnad vid ett lämpligt avstånd från munstyckeskroppens centrumaxel.

Enligt en andra aspekt av föreliggande uppfinning, tillhandahålls ett förfarande för att rengöra en gasturbinenhet som innefattar steget att atomisera en rengöringsvätska i ett luftintag till nämnda gasturbinenhet genom användning av ett munstycke innefattande en munstyckeskropp som innefattar en inloppsände för intag av nämnda rengöringsvätska och en utloppsände för utsläpp av nämnda rengöringsvätska. Förfarandet kännetecknas av steget att alstra nämnda atomiserade rengöringsvätska genom att tillföra nämnda vätska åt ett flertal till nämnda utloppsände anslutna dysor, varvid respektive dysa är anordnad vid ett lämpligt avstånd från nämnda munstyckeskroppens centrumaxel.

20

Föreliggande uppfinning är baserad på idén att öka den lokala densiteten på den insprutade rengöringssprayen i ett önskat område genom att tillföra rengöringsvätskan genom ett flertal till munstycket anslutna dysor som är anordnade på lämpliga avstånd från munstyckets centrumaxel. Därmed kan man förbättra rengöringssprayens förmåga att penetrera luftströmmen avsevärt med bibehållen eller t.o.m. minskad droppstorlek, d.v.s. munstycket enligt föreliggande uppfinning medger alltså att tvättvätskan injiceras in i den centrala delen av luftströmmen i luftkanalen utan att öka droppstorleken. Följaktligen undviker man eller reducerar kraftigt erosionsskador på de i gasturbinen ingående komponenterna

25

30



Ink. t. Patent- och reg.verket

2003-09-25

Huvudföreläsningen

samtidigt som man erhåller en mycket hög effektivitet vad gäller rengöringsprocessen jämfört med konventionella lösningar.

- 5 En annan fördel är att munstycket kan användas såväl i gasturbiner med små geometrier som i gasturbiner med stora geometrier.

- 10 Ytterligare en fördel är att rengöringen av komponenterna i gasturbinenheten kan utföras under drift av enheten med avsevärda kostnads besparingar som följd. En annan fördel är att munstycket enligt föreliggande uppfinning även kan användas vid crank washing.

- 15 Enligt en föredragen utföringsform av föreliggande uppfinning är respektive dysa är anordnad med en vinkel mot munstyckets axelcentrum så att den från respektive dysas öppning emanerande vätskan riktas mot nämnda axelcentrum. Därigenom kommer vätskestrålen från en dysa företrädesvis att ligga inom ett vinkelområde 0 - 80° och mer företrädesvis inom ett vinkelområde 10 - 70°.

- 20 Genom att rikta dysorna i en lämplig vinkel mot centrumaxeln erhåller man önskad täckning med vilket menas att sprayen skall ha en sprayvinkel för att tillfredställande blötlägga rotorblad och ledskenor inom det segment av kompressorinloppet där sprayen verkar. Villkoret för täckning uppfylls alltså genom att välja ett
- 25 munstycke med en bestämd sprayvinkel. Genom att rikta dysorna i en lämplig vinkel mot centrumaxeln erhåller man en lokalt förhöjd densitet och därigenom uppnås en högre grad av penetration av vätskan in i luftströmmen.
- 30 Effekten av uppfinningen förbättras ytterligare genom att den av vätskan bildade sprayen uppvisar en mindre projicerad area mot

Ink. t. Patent- och reg.verket

2003 -09- 2 5

## Huvudtexten Kassen

luftströmmen jämfört med sprayen från ett konventionellt munstycke. Genom den mindre projicerade arean kommer sprayen inte lika lätt att fångas av luftströmmen och därmed bättre penetrera luftströmmen.

5

Enligt en föredragen utföringsform av föreliggande uppfinning är var och en av nämnda dysor är anordnade vid väsentligen samma avstånd från nämnda centrumaxel och med väsentligen samma vinkel mot nämnda centrumaxel. Denna konstruktion har man funnit vara fördelaktig för att öka den lokala densiteten på den insprutade rengöringssprayen i det önskade området och därmed kraftigt reducera erosionsskadorna på de i gasturbinen ingående komponenterna samtidigt som man erhåller en mycket hög effektivitet vad gäller rengöringsprocessen

15

Enligt en exemplifierande utföringsform av föreliggande uppfinning är dysorna anordnade så att deras dysöppningar är riktade mot nämnda centrumaxel med en konjuktionspunkt inom intervallet 5-30 cm från nämnda dysöppningar.

20

Företrädesvis ligger vätsketrycket i nämnda dysor inom intervallet 35-175 bar.

25

Företrädesvis är dysöppningarna anordnade att i samverkan med nämnda vätsketryck bringa nämnda vätska att strömma ut med en vätskehastighet i intervallet 70-250 m/s.

30

I en föredragen utföringsform av föreliggande uppfinning har var och en av dysöppningarna väsentligen samma utformning.

Btk. t. Patent- och reg.verket

10

2003 -09- 2 5

Huvudfaxen Kassen

Enligt en föredragen utföringsform av föreliggande uppfinning är dysan anordnad att forma en spray till en väsentligen cirkulär form, d.v.s. en spray som har ett väsentligen cirkulärt tvärsnitt. Alternativt kan dysan vara anordnad att forma en spray till en väsentligen elliptisk form eller en väsentligen rektangulär form.

Enligt en föredragen utföringsform är två dysor anslutna till nämnda utloppsände. Genom att använda två dysor monterade något isär från varandra och där sprayen fås att sammanstråla i en punkt efter atomiseringen når man luftstrålens kärna. I den volym där sammanslagningen sker fördubblas nu densiteten och den sammanslagna sprayen får därmed en förhöjd anslagskraft mot luften och således en avsevärt förbättrad förmåga att nå luftstrålens kärna, varvid en avsevärt förbättrad effektivitet i rengöringsprocessen uppnås samtidigt som risken för erosionsskador på de i turbinen ingående komponenterna kraftigt reduceras jämfört med konventionella lösningar eftersom droppstorleken kan vara liten, d.v.s. med en diameter mindre än 150 µm.

Ytterligare syften och fördelar med föreliggande uppfinning kommer att bli uppenbara genom den följande detaljerade beskrivningen av föredragna utföringsformer.

#### Kort beskrivning av ritningarna

Föredragna utföringsformer av föreliggande uppfinning kommer nu att beskrivas detaljerat med hänvisning till de bifogade ritningarna på vilka:

Fig. 1 visar en del av gasturbin och placering av munstycken för injicering av tvättvätska i luftströmmen.

Sv. t. Patent- och reg.verket

2003 -09- 2 5

Huvudfaxen Kassen

Fig. 2 visar atomiseringen av tvättvätska i ett munstycke

Fig. 3 visar ett konventionellt munstycke för injicering av tvättvätska i ett gasturbininlopp.

5

Fig. 4 visar ett munstycke enligt uppfinningen och exemplifierar en första utföringsform av uppfinningen.

10

Fig. 5 visar munstycket enligt den första utföringsformen av uppfinningen.

Fig. 6 visar ett munstycke enligt uppfinningen och exemplifierar en andra utföringsform av uppfinningen.

15

### Beskrivning av föredragna utföringsformer

Med hänvisning först till fig. 1 visas en del av en gasturbin 1 och placeringen av munstycken för injicering av tvättvätska i ett kompressorinlopp. Gasturbinen har ett luftintag 2 som är rotationssymmetrisk kring axeln 3. Flödesriktningen för luften visas med pilar. Luften inkommer radiellt i inloppet för att böjas av och strömma parallellt med maskinaxeln genom kompressorn 14. Kompressorn 14 har ett inlopp 4 på framkanten till den första skivan 5 med statorblad. Efter skiva 5 med statorblad följer en skiva 6 med rotorblad, följt av en skiva 7 med statorblad, och så vidare.

20

25

Luftintaget har en inre kanalvägg 8 och en yttre kanalvägg 9. Ett munstycke 10 är monterat på den inre kanalväggen. En ledningen 11 förbinder munstycket med en pump (visas inte) som förser munstycket med tvättvätska. Efter att ha passerat genom munstycket 10 atomiseras tvättvätskan och bildar en spray 12.

30

Dropparna transporteras med luftströmmen till kompressorinloppet 4. Alternativt kan munstycket 13 monteras på den yttre kanalväggen 9.

Ink. t. Patent- och reg.verket

2003-09-25

Huvudföreläggelsen

Fig. 2 visar atomisering av en vätska ur ett munstycke. Ett munstycke 20 har en central axel 24, en öppning 21 för införsel av tvättvätska och en dysa 23 med en dysöppning 22 där vätskan lämnar munstycket. Dysöppningens area och vätskans tryck är anpassat för ett önskat flöde. Dysan 23 har ett hål där tvättvätskan strömmar. För ett munstycke för tvättning av gasturbinkompressorer är tryck och dysöppningens area så vald att vätskehastigheten i dysöppningen hög, i storleksordningen 100 m/s..

Strömningsriktningen blir i hålets axelriktning. Om dysans hål är cirkulärt bildas också en spray som har ett cirkulärt tvärsnitt. Sprayen utbreder sig i med en komposant i hålets axelriktning och en annan komposant vinkelrätt mot axelriktningen. Enligt Fig.2 kan då sprayens geometri beskrivas som en kon med basen C och höjden B och där C är konans diametern.

Efter att vätskan lämnat dysöppningen påbörjas atomisering innebärande att vätskan först fragmenteras för att i den fortsatta atomiseringsprocessen så småningom brytas ner i små partiklar. Partiklarna intar slutligen en sfärisk form styrt av att ytspänningsenergin minimeras. Vid ett avstånd A från dysans mynning 22 enligt Fig.2 har atomiseringen huvudsakligen fullbordats. En spray bestående av droppar av varierande storlek har då bildats. För ett munstycke i en gasturbinapplikation och som arbetar med ett vätsketryck på 70 – 140 bar är avstånd A typiskt 5 – 20 cm. Vid ett ytterligare avstånd B har dropparna fortsatt att utbreda sig men det är nu större avstånd mellan dropparna. Att avståndet mellan dropparna är större innebär att sprayens densitet är lägre. Om tvättvätskan antas vara vatten är densiteten innan atomiseringen påbörjas 1000 kg/m<sup>3</sup>. Vid avstånd B kännetecknas sprayen av att ha en lägre densitet än vid avstånd A där densiteten

Ink. t. Patent- och reg.verket

2003-09-25

Huvudföreläsaren Kossan

definieras som antal partiklar per volymenhet lokalt. För ett munstycke i en gasturbinapplikation och som arbetar med ett vätsketryck på 50 - 140 bar är densiteten vid A typiskt 20 kg/m<sup>3</sup>.

- 5 Det är uppenbart att då dropparna kolliderar med luftmolekylerna i omgivningen reduceras hastigheten. En central fråga för denna uppfinning är hur långt sprayen kommer att penetrera luften innan luftströmmen har hunnit transportera vätskan till kompressorinloppet. En enskild droppe med en bestämd
- 10 initialhastighet bromsas snabbt av kollisionerna med luftmolekylerna för att asymptotiskt nå hastigheten noll. En fackman kan beräkna droppens hastighet som funktion av avståndet från dysspetsen utgående från kraftbalansen för det aerodynamiska strömningsmotståndet och impulskraften. För sprayen som helhet
- 15 gäller att den skall tränga undan den luft för vars plats den skall inta. Detta kan efterliknas vid att sprayen har en anslagskraft mot luften kännetecknad av dess densitet, volymflöde och hastighet. Anslagskraften beräknas som

20  $F = \text{dens} * Q * V * C_d$  (ekv. 1)

där

$F$  = anslagskraften

25  $\text{dens}$  = densiteten

$Q$  = volymflöde

$V$  = hastighet

$C_d$  = deaccelerationskoefficient

- 30 Deaccelerationskoefficienten beräknas utifrån kraftbalansen för droppens aerodynamiska strömningsmotstånd och dess impulskraft.

Ink. t. Patent- och reg.verket

2003 -09- 2 5

**Huvudföreläggningen**

För tvättförfarandet enligt uppfinningen är det viktigt att sprayen väl penetrerar luftströmmen. Detta sker genom en hög anslagskraft enligt definitionen ovan. Vidare krävs för ett gott tvättresultat att sprayen har en bestämd täckning. Med täckning menas att sprayen  
5 skall ha en sprayvinkel för att tillfredställande blötlägga rotorblad och ledskenor inom det segment av kompressorinloppet där sprayen verkar. Villkoret för täckning uppfylls genom att välja ett munstycke med en bestämd sprayvinkel.

- 10 Kännetecknande för en spray enligt ovan är att dess anslagskraft är som störst vid munstyckets mynning för att därefter avta med ökande avstånd. Om tvättvätskan antas vara vatten är dess densitet i munstyckets mynning ungefär 1000 kg/m<sup>2</sup> och arean beräknas utifrån hålets diameter. På varje avstånd från munstyckets mynning  
15 kan då anslagskraften beräknas enligt ekv. 1. Den ökande arean med ökande avstånd resulterar i att anslagskraften går mot noll.

- Fig. 3 visar samma spray som visas i Fig.2 där identiska delar har samma nummer som i Fig. 2. Fig.3 visar användandet av ett  
20 konventionellt munstycke. Avståndet D anger den sträcka som sprayen förmår penetrera luftströmmen innan luftströmmen har transporterat vätskedropparna till kompressorinloppet. Villkoret för täckning uppfyllts genom val av munstycke med sprayvinkel 34 resulterande i sprayens täckning E vid avståndet D.

- 25 I beskrivningen ovan har redovisats en spray som har ett cirkulärt tvärsnitt. Genom att välja en dysa som med en lämplig formad öppning fås en elliptiskt eller en rektangulärt formad spray. I samband med tvättning av gasturbinkompressorer är icke cirkulära  
30 sprayer också användbara.

Med hänvisning nu till Fig. 4 och Fig. 5 visas en första utföringsform av föreliggande uppfinning. Uppfinningen avser ett munstycke

Ink. t. Patent- och reg.verket

2003 -09- 2 5

Huvudförordningen i en spray med förhöjd anslagskraft. Genom den

- förhöjda anslagskraften kommer avståndet D såsom visades i Fig.3 att öka varvid ovan nämnda problem att få sprayen att penetrera in i luftströmmens kärna helt eller delvis undanröjts. Fig. 4 visar ett
- 5 munstycke enligt uppfinningen. Ett munstycke 54 innefattande en munstyckeskropp 40 med en central axel 49 har en öppning 41 för införsel av tvättvätska och en första dysa 42 som är ansluten till en utloppsände 55 och dysan 42 har en öppning 43 där vätskan lämnar munstycket. Den första dysan 42 är monterad vid sidan av
- 10 axelcentrum och med en vinkel mot axelcentrum så att den bildade sprayen riktas mot axelcentrum. Den spray som bildas är cirkulär. Sprayens geometri kan beskrivas som en kon med basen mellan punkt 44 och 45 och konens spets punkt 43. Munstycket 54 har en andra dysa 46 ansluten till en utloppsände 55 och dysan 46 har en
- 15 öppning 47 där vätskan lämnar munstycket. Dysan 46 är monterad vid sidan av axelcentrum och med en vinkel mot axelcentrum så att den bildade sprayen riktas mot axelcentrum. Den andra sprayens geometri kan beskrivas som en kon med basen mellan punkt 45 och 48 och konens spets i punkt 47. Enligt föreliggande uppfinning är
- 20 dysorna riktade med en vinkel mot axelcentrum så att vätskestrålen från en dysa till sin riktning företrädesvis ligger inom ett vinkelområde 0 - 80° och mer företrädesvis inom ett vinkelområde 10 - 70°.
- 25 De två dysöppningarna har samma öppningsarea och i övrigt samma geometri varvid den inkommande vätskan fördelas lika mellan de två dysorna 42 och 46. De två dysöppningarna är riktade mot axelcentrum med en konjuktionspunkt 57 på avståndet J från dysöppningarna. Avståndet J är inom intervallet 5 - 20 cm.



Tek. t. Patent- och reg.verket

2003 -09- 2 5

## Huvudföreläsningen

- Vätskan atomiseras då den emanerar från dysöppningarna 43 och 47. På ett avstånd F från dysöppningen har atomiseringen huvudsakligen fullbordats. De två sprayerna sammanstrålar nu varvid en zon 53 uppkommer med förhöjd densitet genom
- 5 sammanslagningen av de två sprayerna. Zon 53 avgränsas mellan punkt 50, 52, 45, 51 och 50. Genom den förhöjda densiteten ökas anslagskraften enligt ekv. 1. Det är ett syfte med uppfinningen att öka anslagskraften. Genom ett lämpligt val av munstyckenas sprayvinkel och sprayriktning uppnås kravet på täckningen H vid
- 10 avståndet G.

- Fig. 5 visar munstycket i perspektiv X - X där identiska delar har samma nummer som i Fig. 4. Fig. 5 visar orientering av dysorna 42 och 46 i förhållande till luftströmmen riktning. Luftströmmens
- 15 riktning visas med pilar.

- Effekten av uppfinningen förbättras ytterligare genom att sprayen enligt Fig. 4 uppvisar en mindre projicerad area mot luftströmmen jämfört med sprayen från ett konventionellt munstycke. Med
- 20 strömningsritningen enligt Fig. 5 utgör den projicerade arean mot luftströmmen arean mellan punkterna 47, 50, 43, 52, 48, 45, 44, 51 och 47 i Fig. 4. Denna area skall jämföras med den projicerade area som uppstår vid användande av konventionell munstycksteknik enligt Fig. 3. där denna area utgör arean mellan punkterna 22, 31, 32
- 25 och 22. Arean i Fig. 3 är större än motsvarande area enligt Fig. 4. Genom den mindre projicerade arean kommer sprayen inte lika lätt att fångas av luftströmmen och därmed bättre penetrera luftströmmen.
- 30 Med hänvisning nu till Fig. 6 visas ett munstycke enligt uppfinningen som exemplifierar en andra utföringsform av uppfinningen. Fig. 6 visar munstycket i perspektiv X - X där identiska delar har samma

Int. t. Patent- och reg.verket

2003 -09- 2 5

Huvudföreläsningen

nummer som i Fig. 4. Då funktionen hos denna utföringsform av munstycket enligt föreliggande uppfinning är väsentligen den samma som hos den ovan beskrivna utföringsformen ges en sådan funktionsbeskrivning inte här. Fig.6 visar orienteringen av dysorna 5 42, 46 och 60 i förhållande till luftströmmen riktning. Dysan 60 har liksom dysorna 42 och 46 en öppning 61 där vätskan lämnar munstycket. Luftströmmens riktning visas med pilar. Den tredje dysan 60 är monterad vid sidan av axelcentrum vid samma avstånd från centrumaxeln 49 och med samma vinkel som dysorna 42 och 46 10 så att den bildade sprayen riktas mot axelcentrum på motsvarande sätt som den ovan diskuterade utföringsformen.

Även om de för närvarande föredragna utföringsformerna av uppfinningen har beskrivits, är det för fackmannen tydligt genom 15 beskrivningen att variationer av de föreliggande utföringsformerna kan implementeras utan att avvika från uppfinningens principer.

Avsikten är sålunda inte att uppfinningen skall begränsas endast till de strukturella eller funktionella elementen som beskrivits i 20 utföringsformen, utan endast av de bifogade patentkraven.

25

30

Ink. t. Patent- och reg.verket

2003 -09- 2 5

Huvudfaxen Kassen  
PATENTKRAV

- 5 1. Munstycke för att rengöra en gasturbinenhet (1) anordnat att atomisera en rengöringsvätska i luftströmmen i ett luftintag (2) till nämnda gasturbinenhet (1) innefattande en munstyckeskropp (40) som innefattar en inloppsände (41) för intag av nämnda rengöringsvätska och en utloppsände (55) för utsläpp av nämnda rengöringsvätska, k ä n n e t e c k n a t av att ett flertal dysor (42, 46; 42, 46, 60 ) är anslutna till 10 utloppsändan (55) och att respektive dysa (42, 46; 42, 46, 60 ) är anordnad vid ett lämpligt avstånd från nämnda munstyckeskropp (40) centrumaxel (49).
- 15 2. Munstycke enligt krav 1, k ä n n e t e c k n a t av att respektive dysa (42, 46; 42, 46, 60) är anordnad med en vinkel mot nämnda centrumaxel (49) så att den från respektive dysas öppning (43, 47; 43, 47, 61) emanerande vätskan riktas mot en punkt på en axel som utgör en förlängning av nämnda centrumaxel (49).
- 20 3. Munstycke enligt krav 2, k ä n n e t e c k n a t av att var och en av nämnda dysor (42, 46; 42, 46, 60) är anordnade vid väsentligen samma avstånd från nämnda centrumaxel (49) och med väsentligen samma vinkel mot nämnda axel som 25 utgör en förlängning av nämnda centrumaxel (49).
- 30 4. Munstycke enligt krav 2 eller 3, k ä n n e t e c k n a t av att nämnda dysor (42, 46; 42, 46, 60) är anordnade så att deras öppningar (43, 47; 43, 47, 61) är riktade mot nämnda axel som utgör en förlängning av nämnda centrumaxel (49) med en konjunktionspunkt inom intervallet 5-30 cm från nämnda dysöppningar (43, 47; 43, 47, 61).

Int. t. Patent- och reg.verket

2003 -09- 2 5

Huvudföreläsningen

5. Munstycke enligt något av ovanstående krav, k ä n n e t e c k n a t av att vätsketrycket i nämnda dysor (42, 46; 42, 46, 60) ligger inom intervallet 35-175 bar.

5

6. Munstycke enligt krav 5, k ä n n e t e c k n a t av att nämnda dysöppningar (43, 47; 43, 47, 61) är anordnade att i samverkan med nämnda vätsketryck bringa nämnda vätska att strömma ut med en vätskehastighet i intervallet 50-250 m/s.

10

7. Munstycke enligt något av ovanstående krav, k ä n n e t e c k n a t av att var och en av nämnda dysöppningar (43, 47; 43, 47, 61) har väsentligen samma utformning.

15

8. Munstycke enligt något av ovanstående krav, k ä n n e t e c k n a t av att nämnda dysor (43, 47; 43, 47, 61) är anordnade att forma en spray till en form enligt någon i gruppen väsentligen cirkulär, väsentligen elliptisk eller väsentligen rektangulär.

20

9. Munstycke enligt något av ovanstående krav, k ä n n e t e c k n a t av att två dysor (42, 46) är anslutna till nämnda utloppsände.

25

10. Förfarande för att rengöra en gasturbinenhet (1) innefattande steget att atomisera en rengöringsvätska i ett luftintag (2) till nämnda gasturbinenhet (1) genom användning av ett munstycke (54) innefattande en munstyckeskropp (40) som innefattar en inloppsände (41) för intag av nämnda rengöringsvätska och en utloppsände (55)

30

Ink. t. Patent- och reg.verket

2003 -09- 2 5

Huvudtexten i Kassa för utsläpp av nämnda rengöringsvätska, k ä n n e t e c k n a

t av steget att

alstra nämnda atomiserade rengöringsvätska genom att  
tillföra nämnda vätska åt ett flertal till nämnda utloppsände  
(55) anslutna dysor (42, 46; 42, 46, 60), varvid respektive  
dysa (42, 46; 42, 46, 60) är anordnad vid ett lämpligt avstånd  
från nämnda munstyckeskropp (40) centrumaxel (54).

11. Förfarande enligt krav 10, k ä n n e t e c k n a t av steget  
att rikta den från respektive dysas öppning (43, 47; 43, 47,  
61) emanerande vätskan mot en punkt på en axel som utgör  
en förlängning av nämnda centrumaxel (49).

12. Förfarande enligt krav 12, k ä n n e t e c k n a t av steget  
att rikta den från var och en av dysorna (42, 46; 42, 46, 60)  
emanerande vätskan mot nämnda centrumaxel med  
väsentligen samma vinkel genom att anordna var och en av  
nämnda dysor (42, 46; 42, 46, 60) vid väsentligen samma  
avstånd från nämnda centrumaxel (49) och med väsentligen  
samma vinkel mot nämnda axel som utgör en förlängning av  
nämnda centrumaxel (49).

13. Förfarande enligt krav 11 eller 12, k ä n n e t e c k n a t  
av steget att rikta nämnda dysöppningar (43, 47; 43, 47, 61)  
mot nämnda axel som utgör en förlängning av nämnda  
centrumaxel (49) med en konjunktionspunkt inom intervallet  
5-30 cm från nämnda dysöppningar (43, 47; 43, 47, 61).

14. Förfarande enligt något av kraven 12-15, k ä n n e t e c k  
n a t av att vätsketrycket i nämnda dysor (42, 46; 42, 46, 60)  
ligger inom intervallet 35-175 bar.

4291080

21

Ink. t. Patent- och reg.verket

2003 -09- 2 5

Muvvufanen Kassen

5 15. Förfarande enligt krav 14, k ä n n e t e c k n a t av steget att bringa nämnda vätska att strömma ut från nämnda dysöppningar (43, 47; 43, 47, 61) med en vätskehastighet i intervallet 50-250 m/s.

10 16. Förfarande enligt något av krav 10-15, k ä n n e t e c k n a t av att var och en av nämnda dysöppningar (43, 47; 43, 47, 61) har väsentligen samma utformning.

15 17. Förfarande enligt något av kraven 10-16, k ä n n e t e c k n a t av att nämnda dysor (43, 47; 43, 47, 61) är anordnade att forma en spray enligt någon i gruppen väsentligen cirkulär, väsentligen elliptisk eller väsentligen rektangulär.

20 18. Munstycke enligt något av kraven 10-17, k ä n n e t e c k n a t av att två dysor (42, 46) är anslutna till nämnda utloppsände.

25

30

35

4291080

22

Ink. t. Patent- och reg.verket

2003 -09- 2 5

Huvudfaxen Kasten

## SAMMANDRAG

Ett munstycke (54) för rengöring av en gasturbinenhet (1) under drift. Uppfinningen hänför sig vidare till ett förfarande för att rengöra en gasturbinenhet (1) under drift. Munstycket (54) är anordnat att atomisera en rengöringsvätska i luftströmmen i ett luftintag (2) till nämnda gasturbinenhet (1) och innefattar en munstyckeskropp (40) innefattande en inloppsände (41) för intag av nämnda rengöringsvätska och en utloppsände (55) för utsläpp av nämnda rengöringsvätska. Munstycket innehåller vidare ett flertal dysor (42, 46; 42, 46, 60 ) som är anslutna till utloppsändan (55) och respektive dysa (42, 46; 42, 46, 60 ) är anordnad vid ett lämpligt avstånd från nämnda munstyckeskropp (40) centrumaxel (49) varigenom man kan öka den lokala densiteten hos den insprutade rengöringssprayen i ett önskat område med bibehållen droppstorlek och därigenom förbättra effektiviteten i rengöringsprocessen avsevärt samtidigt som risken för skador på komponenterna i gasturbinenheten reduceras signifikant.

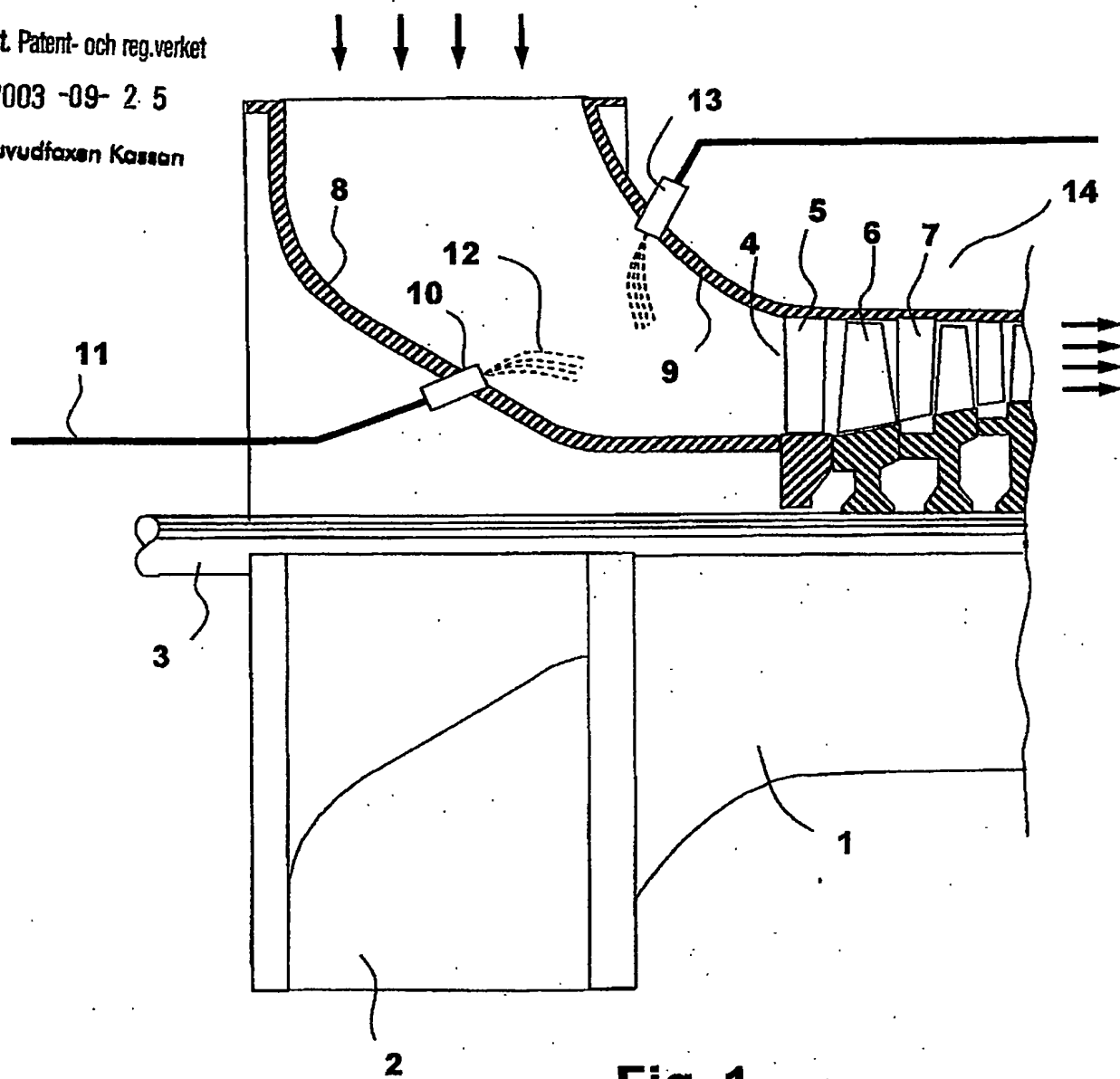
20 (Fig. 1).

25

Int. t. Patent- och reg.verket

2003 -09- 2 5

Huvudfaxen Kassen





Ink. t. Patent- och reg.verket

2003 -09- 2 5

Huvudfaxen Kassen

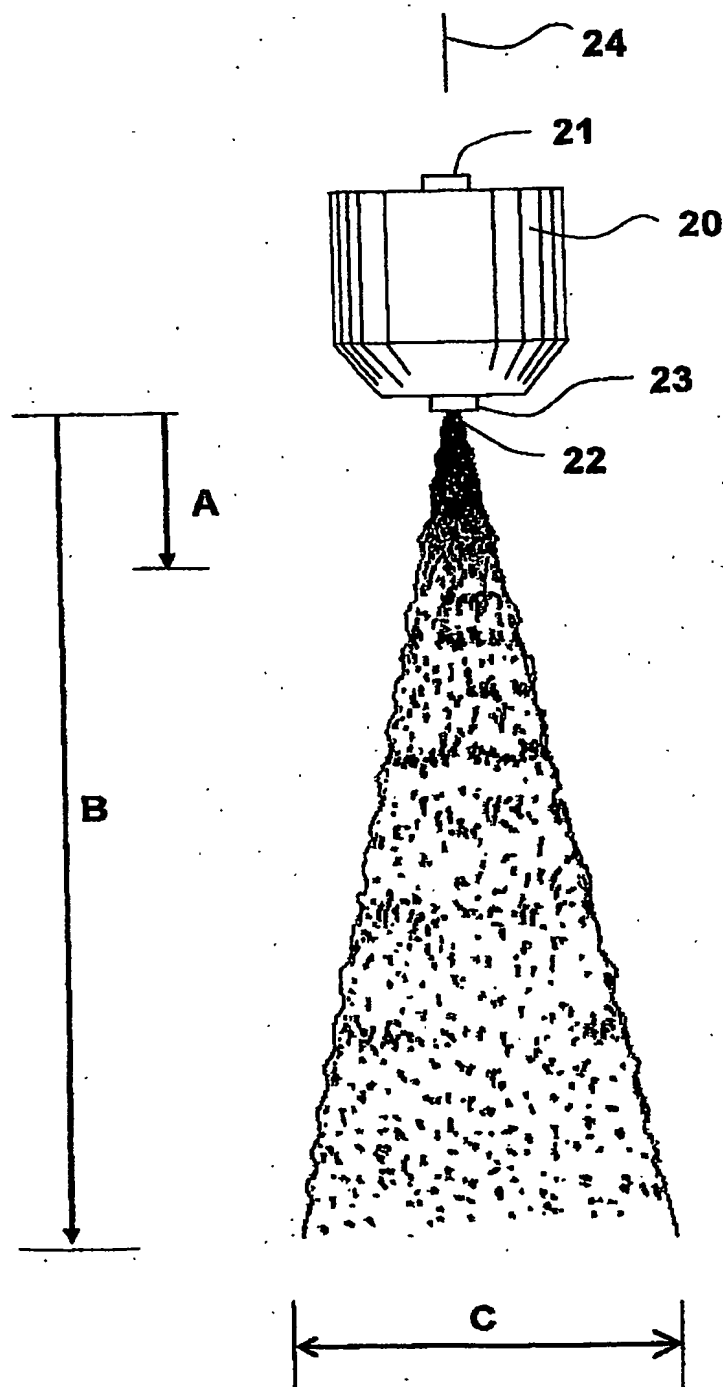


Fig. 2

Ink. i Patent- och reg.verket  
2003 -09- 2 5  
Huvudfaxen Kassa

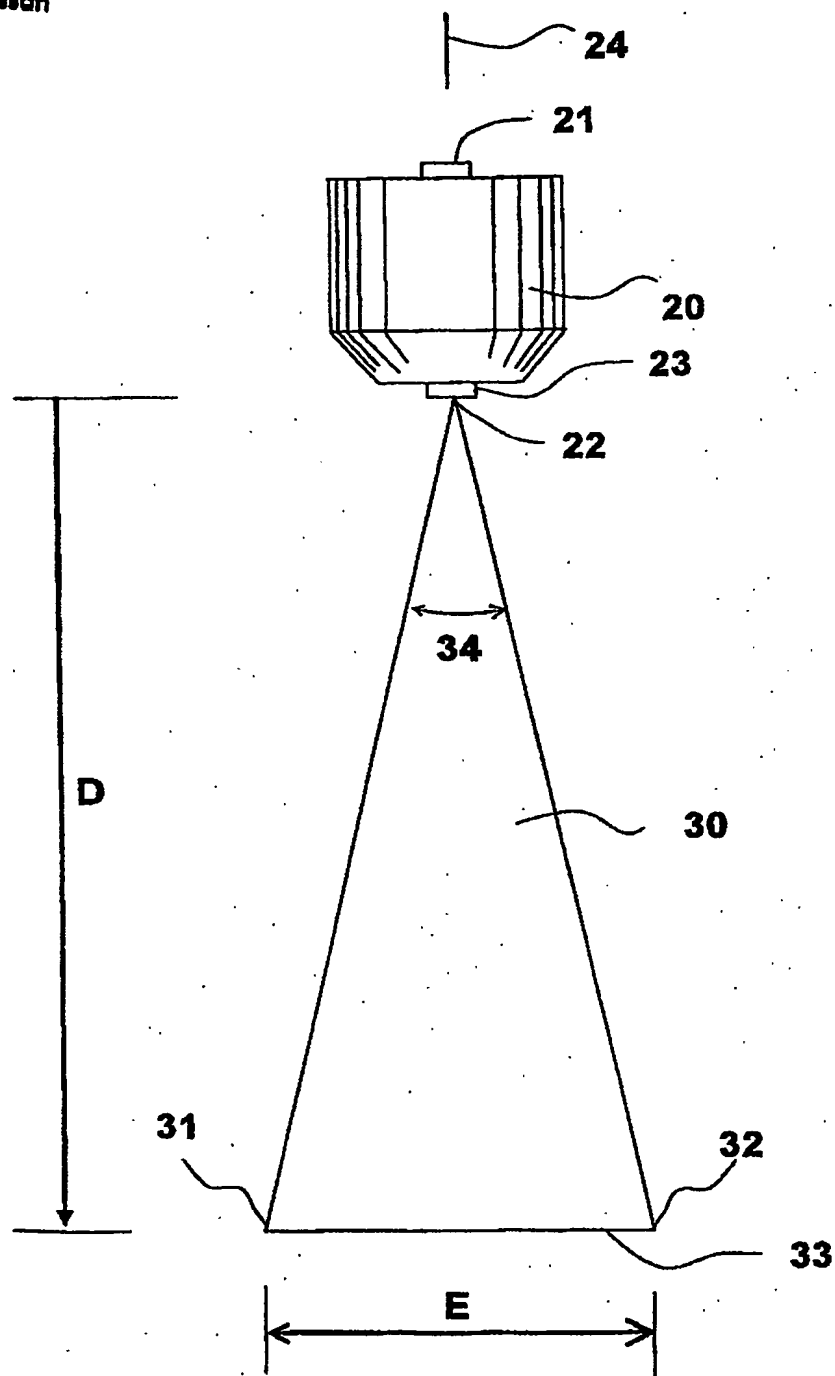


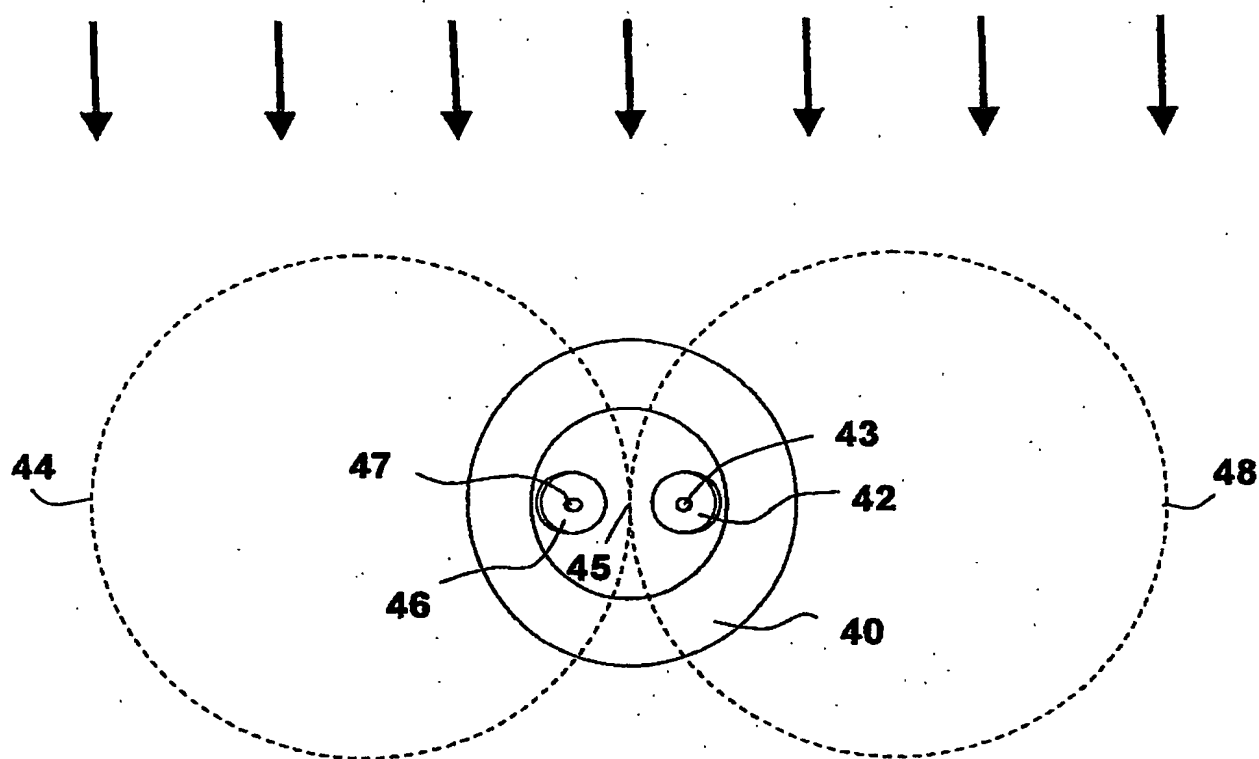
Fig. 3



Ink. t. Patent- och reg.verket

2003 -09- 2 5

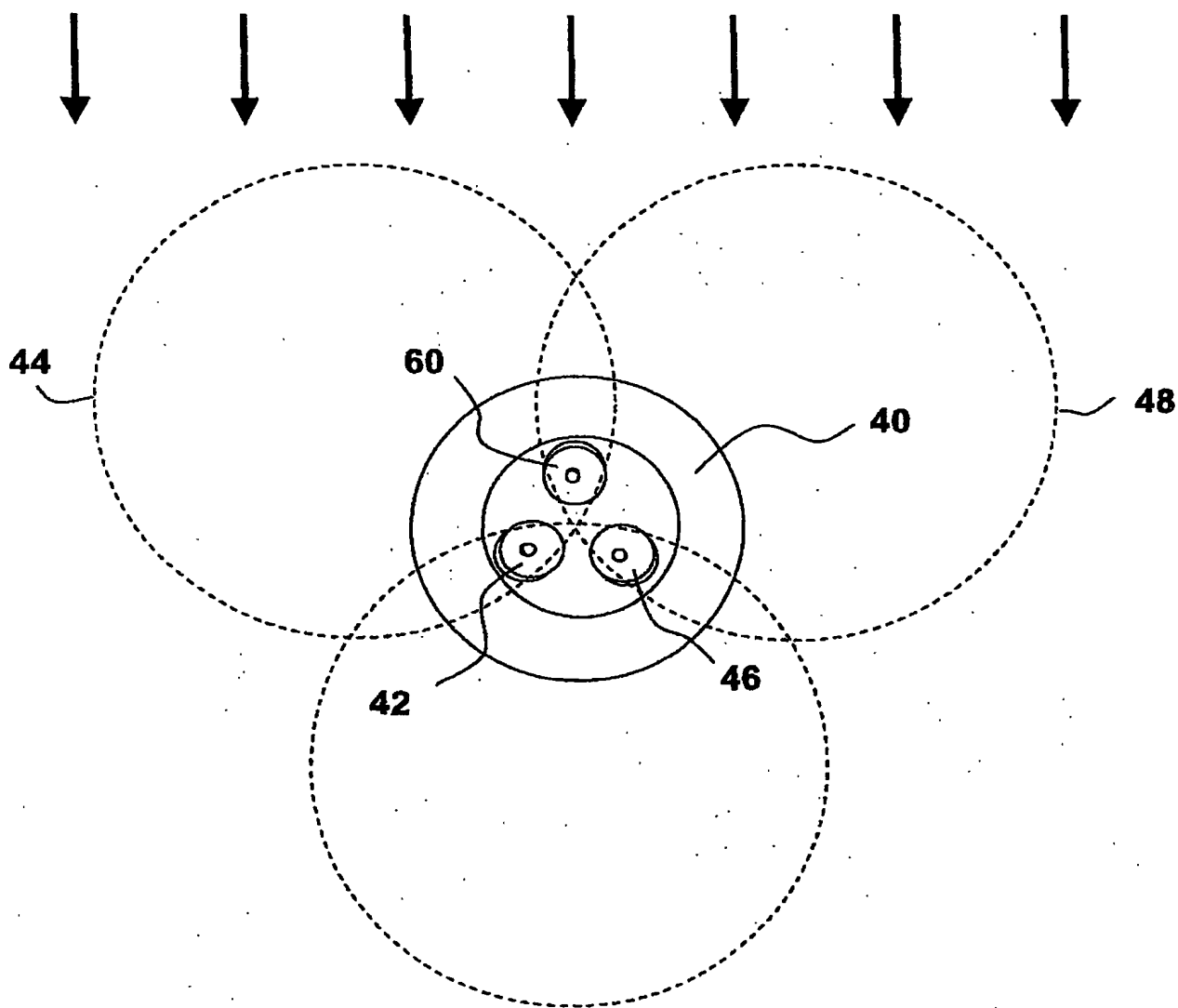
Huvudfaxen Kassan



Vy X - X

Fig. 5

Ink. t. Patent- och reg.verket  
2003 -09- 2 5  
Huvudfaxen Kassan



Vy X - X

**Fig. 6**

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**